

## **ANEJO Nº 9: ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO**

---

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO.....	2
2.1	VÁLVULA DE COMPUERTA.....	3
2.2	VÁLVULA DE MARIPOSA.....	4
2.3	VÁLVULAS DE ALIVIO.....	6
2.4	CONJUNTO DESMULTIPLICADOR-ACTUADOR (ACTUADOR ELÉCTRICO).....	7
2.5	VÁLVULAS DE SOBREVOLUCIDAD.....	9
2.6	COMPUERTAS DE REGULACIÓN.....	10
3	PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS.....	12
3.1	CRITERIOS GENERALES.....	12
3.1.1	PIEZAS ESPECIALES TUBOS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA.....	13
3.1.2	PIEZAS ESPECIALES TUBOS PVC-O.....	13
3.1.3	PIEZAS ESPECIALES TUBOS FUNDICIÓN DÚCTIL.....	14
3.2	PIEZAS ESPECIALES REALIZADAS EN CALDERERÍA DE ACERO.....	14
3.2.1	CHAPAS.....	15
3.2.2	TUBOS.....	16
3.2.3	BRIDAS.....	16
3.2.4	JUNTAS DE ESTANQUEIDAD:.....	16
3.2.5	REVESTIDO.....	16
3.2.6	SOLDADURA.....	17
3.3	CARRETES DE DESMONTAJE.....	17
4	HIDRANTES.....	18
5	OBRAS DE FÁBRICA.....	19
5.1	ARQUETA DE HIDRANTE.....	19
5.2	ARQUETA DE VENTOSAS.....	19
5.3	ARQUETAS DE VÁLVULAS DE CORTE.....	20
5.4	ARQUETAS DE VÁLVULAS DE DESAGÜE.....	20
5.5	OBRAS DE FÁBRICA EN INTERSECCIONES CON CAMINOS Y CAUCES.....	21
6	SISTEMA DE FILTRADO DE LA RED DE RIEGO.....	22
7	APÉNDICE LISTADO ELEMENTOS SINGULARES.....	26

## ÍNDICE IMÁGENES

IMAGEN 1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL EMPLEO DE VÁLVULAS EN LAS REDES DE RIEGO.....	1
IMAGEN 2. PARES DE ENTRADA Y SALIDA NECESARIOS PARA MANIOBRA DE CADA VÁLVULA EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO. ....	5
IMAGEN3A . INDICADOR DE POSICIÓN PARA VALVULERÍA ENTERRADA.....	6
IMAGEN3B . INDICADOR DE POSICIÓN PARA VALVULERÍA ENTERRADA.....	6
IMAGEN 4 . ESQUEMA DE VÁLVULA DE SOBREVOLUCIDAD.....	10
IMAGEN 5A . ARQUETA DE FILTRADO PROYECTADA.....	22
IMAGEN 5B . ARQUETA DE FILTRADO PROYECTADA.....	23
IMAGEN 5C . ARQUETA DE FILTRADO PROYECTADA.....	23

## 1 INTRODUCCIÓN

La infraestructura de la red de riego proyectada no se limita al conjunto de conducciones calculadas en los anejos anteriores, sino que requiere y exige instalar una serie de dispositivos de maniobra, control, regulación y protección, imprescindibles para garantizar el correcto funcionamiento del sistema bajo cualquier circunstancia.

Son las válvulas los elementos más utilizados para realizar estas funciones. Otros elementos que podemos añadir a los anteriormente mencionados serán los elementos de decisión o de control de los parámetros de funcionamiento de las conducciones a presión. Si bien estos últimos no son imprescindibles para el correcto funcionamiento de las instalaciones diseñadas, sí que nos permiten modificar, optimizar su funcionamiento y realizar una adecuada gestión y automatización.

De esta manera, dimensionada la red de riego, se ha procedido a ubicar todos estos elementos singulares que serán necesarios en los lugares que se indican en los planos de planta y perfiles longitudinales.

Los elementos singulares, accesorios, piezas especiales y valvulería general que por su especial singularidad han de ser definidos con mayor detalle se describen a continuación a excepción de las ventosas y desagües, que han sido objeto de cálculo en el anejo "Diseño de ventosas y desagües", debido a su complejo dimensionamiento.

VALVULAS DE COMPUERTA	VALVULAS DE MARIPOSA
<p>Diámetro 40 a 300 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Más barata que la válvula de mariposa</li> <li><input type="checkbox"/> Paso integral → menor pérdida de carga</li> </ul>	<p>Generalmente utilizadas para los diámetros de 300 a 2500 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> A partir de 350 mm, más barata que la válvula de compuerta</li> <li><input type="checkbox"/> Más ligera y menos voluminosa que una válvula de compuerta del mismo diámetro</li> </ul>
<p>Diámetro <math>\geq</math> 350 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pesada y difícil de transportar</li> <li><input type="checkbox"/> Pares de maniobra elevados</li> <li><input type="checkbox"/> Escasa altura de cobertura (debido al diámetro de la válvula)</li> <li><input type="checkbox"/> Más cara que la válvula de mariposa</li> <li><input type="checkbox"/> Necesidades de equipos especiales para reducir los pares de maniobra : <ul style="list-style-type: none"> <li>- reductor de engranajes</li> <li>- By-pass para reducir la diferencia</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Puede utilizarse en posición parcialmente abierta/cerrada para una regulación del caudal</li> <li><input type="checkbox"/> Bajos pares de maniobra</li> <li><input type="checkbox"/> Fácil de motorizar</li> <li><input type="checkbox"/> Altura de cobertura similar a la de la canalización</li> </ul>

Imagen 1. Consideraciones generales sobre el empleo de válvulas en las redes de riego.

## 2 VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO

La principal función de las válvulas de seccionamiento es cortar el flujo de agua en caso necesario. Se utilizan para aislar tanto elementos (ventosas, hidrantes, caudalímetro, filtros, etc.) como tramos de la conducción (ramales secundarios y tramos de la tubería principal), y también como elemento de vaciado de la red en sus puntos bajos, formando parte de los desagües.

Las válvulas de seccionamiento intercaladas en la red, con el objetivo de poder aislar una subzona mientras el resto se mantiene en servicio, permite que se pueda reparar una avería o realizar una acometida nueva en plena campaña de riegos, sin que ello afecte a la totalidad de los usuarios de la red, sino exclusivamente a los dominados por la arteria interesada.

Las longitudes de los tramos de tuberías a aislar mediante válvulas de seccionamiento son unos 1.000 a 2.000 m en las grandes tuberías, disponiéndose de tal modo que, en caso de rotura o avería, puedan aislarse partes de la red maniobrando dichas válvulas de corte y así facilitar el manejo de la instalación. También se han dispuesto válvulas de seccionamiento en los entronques de ramales grandes, de forma que se permita para todo tipo de maniobrabilidad por parte del gestor de la conducción, en este caso, la Comunidad de Regantes del Canal de Velilla (León).

Los dispositivos hidromecánicos que se instalarán en la obra, destinados a cerrar el paso del agua serán, en función del diámetro de la conducción en donde vayan insertadas, válvulas de compuerta o válvulas de mariposa de accionamiento manual e irán provistas de su correspondiente desmultiplicador (solamente en las de mariposa), a fin de realizar el cierre lento y evitar los golpes de ariete, debiendo estar protegidas correctamente contra la corrosión mediante revestimientos de resina epoxy.

El revestimiento interno y externo en las válvulas será según DIN3476-1 Y EN14901-1:2015+A1:2021, y las especificaciones GSK (RAL GZ-662) o especificación similar.

En general, la instalación de este tipo de válvulas será enterrada, donde se accede al mecanismo de maniobra que acciona la válvula a través de un alargador o prolongador metálico. Éste queda protegido por una camisa de fundición o con funda de plástico, existiendo en superficie una simple boca de llave en T de reducidas dimensiones que irá alojada en una arqueta prefabricada de hormigón troncopiramidal de 6-8 cm de espesor y sección interior 0,9 x 0,79 x 0,79 m (alto x ancho x largo) para válvulas  $\varnothing \leq 800$  mm, y arqueta troncopiramidal de hormigón prefabricada de 6-8 cm de espesor y sección interior 0,90 x 1,30 x 1,30 m (alto x ancho x largo) para válvulas  $\varnothing > 800$  mm.

La válvula de mariposa de DN1600, ubicada a la salida de la estación de bombeo, debido a sus dimensiones y el funcionamiento de la misma, se coloca con by-pass lateral para evitar cavitaciones en la apertura y cierra. Su mecanización se motoriza para recoger su estado en el scada de la estación de bombeo.

El montaje de las válvulas de seccionamiento con el tubo se realiza intercalando un carrete de anclaje, disponiéndose de los correspondientes macizos de anclaje que soportan los esfuerzos transmitidos por la válvula cuando esté en posición cerrada. El cálculo del anclaje se ha realizado en su anejo correspondiente.

A continuación, se describe para cada tipo de válvula de seccionamiento a utilizar, las características generales. En los planos de planta de la red puede localizarse la situación de estas válvulas de corte, así como en los perfiles longitudinales correspondientes.

## 2.1 VÁLVULA DE COMPUERTA

Las válvulas de compuerta deben estar conforme con lo especificado en la norma UNE-EN 736 y cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074.

Consisten en una compuerta obturadora deslizante a lo largo de un cuerpo en forma de té, de movimiento vertical y geometría aproximadamente circular. El desplazamiento de la compuerta se acciona por medio de un eje roscado que gira, accionado por un volante que se hace girar manualmente.

Presentan buenas condiciones de estanqueidad, y, a igualdad de diámetro con la tubería en la que se instala, pérdidas de carga muy bajas. Como inconvenientes se pueden contar la dificultad para el cierre cuando se trabaja con grandes diámetros y presiones, necesitándose un par considerable para el accionamiento, debido a la aparición de esfuerzos contrarios al movimiento de la compuerta.

Por ello, y dado que la totalidad de las válvulas de compuerta a instalar se accionan manualmente, se ha limitado el uso de válvulas de compuerta a diámetros iguales o inferiores a 300 mm, escogiéndose otras soluciones para diámetros mayores. Este tipo de válvulas también se colocarán en los desagües de la red y para aislar las ventosas de gran tamaño.

Estarán constituidas básicamente por un cuerpo y tapa, compuerta, eje o husillo, empaquetadura y mecanismo de maniobra. Las conexiones de unión se realizarán mediante bridas con junta elástica y tornillería zincada o bicromada o con unión ranurada. El accionamiento será

manual mediante un volante que mueve un eje en cuya parte inferior se localiza la compuerta de cierre elástico.

Se utilizará como válvula todo o nada por lo que en ningún caso se utilizarán estas válvulas para la regulación del sistema, funcionando solamente en dos posiciones básicas: abierta o cerrada. Las posiciones intermedias adquieren, por tanto, un carácter de provisionalidad (desagües). Dependiendo de las condiciones de presión y velocidad, pueden aparecer zonas de turbulencia en posiciones intermedias, que causan vibraciones, oscilaciones y bajo ciertas condiciones de operación puede incluso causar cavitación y por consiguiente, daños materiales.

Las válvulas de compuerta que van a ir enterradas en la red llevarán en la parte superior de las alargaderas un indicador mecánico de posición (facilita la explotación de la red).

## 2.2 VÁLVULA DE MARIPOSA

Las válvulas de mariposa deben estar conforme con lo especificado en la norma UNE-EN 736 y cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074.

Consisten en un disco que puede girar hasta 90 grados, alrededor de un eje diametral, dentro de un cuerpo cilíndrico, pudiendo pasar de estar totalmente paralelo a la circulación del flujo hasta estar totalmente perpendicular, cortando de esta forma totalmente el paso del agua en la conducción.

Se instalarán en tuberías de diámetros nominales iguales o superiores a 400 mm, en las acometidas de la red (hidrantes de riego) para poder aislarlos de la red general, en las tomas a parcela, en las ventosas de tamaño pequeño.

La válvula de mariposa se montará con el eje de la lenteja en posición horizontal, ya que de esta forma se evita el riesgo de que cualquier objeto que circule por el fondo del tubo pueda dañar el disco. Respecto a la posición del eje de giro con respecto al disco de la lenteja, éste será centrado para todos diámetros nominales.

Las conexiones de unión se realizarán mediante bridas con junta elástica y tornillería zincada o bicromada, o con unión ranurada. Llevarán un mecanismo de maniobra por volante con sistema reductor o desmultiplicador, por lo que el cierre se efectúa gradualmente; en estos casos el tiempo de maniobra es lo suficientemente amplio para que los transitorios hidráulicos sean lo más graduales que se pueda.

El tipo de cierre que debe presentar será metálico con recubrimiento plástico o de elastómero que garantizan un cierre más adecuado de la válvula.

		Torques of Butterfly Valves Desponia (plus) DN 25 to 1600 Elastomer liners, liquids from +20°C up to 80°C Max. working pressure [bar]			
Valve DN	mounting flg	2.5	6	10	16
25-40	F07-08 Diamond				17
50	F07-11 Diamond				30
65	F07-11 Diamond				33
80	F07-11 Diamond			39	51
100	F07-11 Diamond	30		56	65
125	F07-14 Diamond	45		68	113
150	F07-14 Diamond	54		90	122
200	F07-17 Diamond	80		150	218
250	F10-22 Diamond	139		216	289
300	F10-22 Diamond	175		365	431
350	F12-22 Diamond	300	413	652	792
400	F12-27 Diamond	640	873	970	1213
450	F14-45 round+key	878	1229	1470	1818
500	F14-45 round+key	1053	1370	1478	2024
600	F16-70 round+key	1944	2306	2770	4050
700	F25-70 round+key	2106	2970	3861	4590
750	F25-70 round+key	2430	3494	4320	5400
800	F25-70 round+key	2633	3510	4533	4991
900	F30-80 round+key	3443	4388	5603	7020
1000	F30-80 round+key	4388	5535	7020	8505
1100	F30-80 round+key	5670	7088	8775	10395
1200	F30-100 round+key	7425	8910	10530	12690
1400	F30-120 round+key	9315	13500	20536	
1600	F35-130 round+key	12420	17955	33210	

Imagen 2. Pares de entrada y salida necesarios para maniobra de cada válvula en función del diámetro.

Habitualmente, su funcionamiento será de apertura o cierre total, y excepcionalmente, podrán utilizarse para regulación. En este caso habrá que tener en cuenta las condiciones hidráulicas del flujo para evitar el fenómeno de la cavitación que se produciría si la presión absoluta aguas abajo fuera inferior a la presión atmosférica. Dependiendo de las condiciones de presión y velocidad, pueden aparecer zonas de turbulencia en posiciones intermedias, que causan vibraciones, oscilaciones y bajo ciertas condiciones de operación puede incluso causar cavitación y por consiguiente, daños materiales.

Las válvulas de mariposa que van a ir enterradas llevarán en la parte superior de las alargaderas un indicador mecánico de posición (facilita la explotación de la red).

El proyecto contempla la colocación de actuador eléctrico en superficie con unidad MATIC o similar y botonera local, que permite el accionamiento de la válvula mediante grupo electrógeno, en válvulas con diámetros mayores de 1.000 mm.

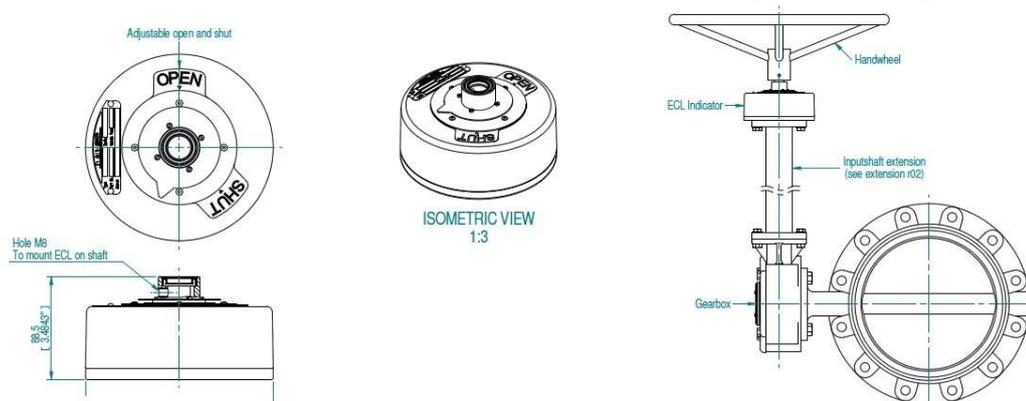


Imagen3a . Indicador de posición para valvulería enterrada.

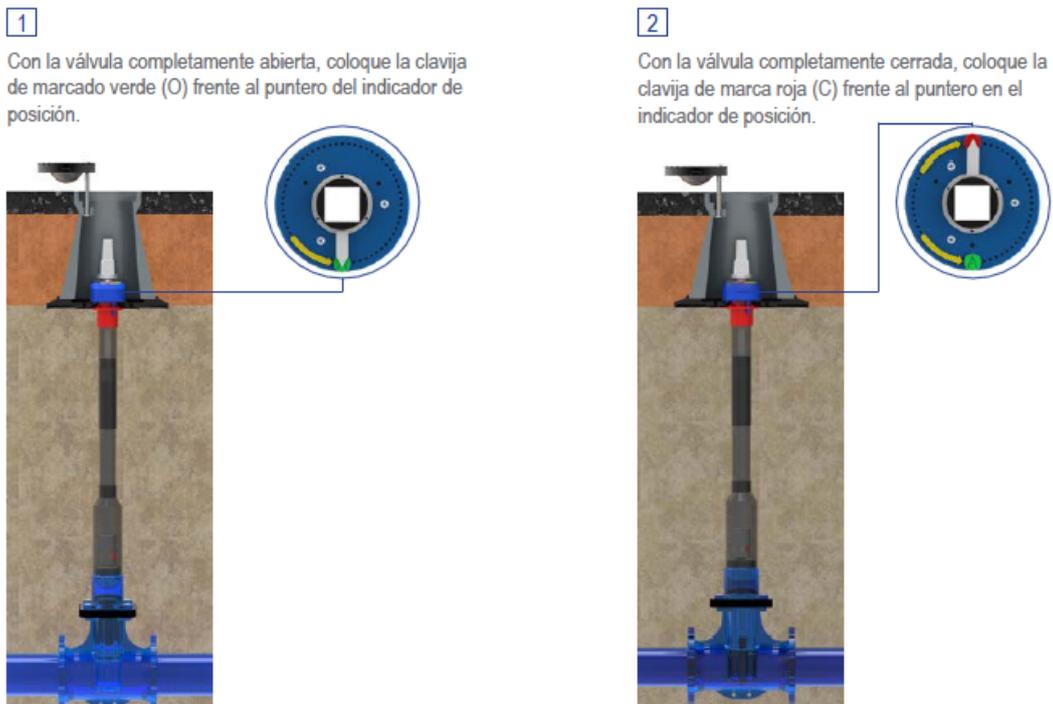


Imagen3b . Indicador de posición para valvulería enterrada.

## 2.3 VÁLVULAS DE ALIVIO

La válvula hidráulica será de paso recto 180 ° más codo posterior, o de cuerpo oblicuo o angular, de construcción simple y robusta para operar bajo condiciones de trabajo adversas, reacción inmediata y segura, alta capacidad de alivio, cierre hermético, fuerza de apertura estable, independiente de la posición del eje de la válvula, el cierre ha de ser gradual para evitar vibraciones y

golpes de ariete, el ajuste de la presión ha de realizarse de forma exacta y sin variar a largo plazo, el actuador del diafragma ha de reducir al mínimo los problemas de histéresis en la operación.

#### *Instalación*

- Debe dejarse suficiente espacio alrededor de la válvula para cualquier trabajo futuro de reparación y mantenimiento
- Limpiar cuidadosamente la conducción donde se va a instalar la válvula
- Para permitir futuras operaciones de mantenimiento se instalarán válvulas de aislamiento aguas abajo y aguas arriba de la válvula
- La flecha indicadora de flujo (situada en el cuerpo de la válvula), debe colocarse en la dirección correcta
- La instalación se realizará en posición horizontal con la cubierta hacia arriba. Debe asegurarse que el accionador puede quitarse con facilidad en caso de mantenimiento o reparaciones futuras.
- Después de la instalación, se revisarán todos los accesorios, tuberías y conexiones.

## **2.4 CONJUNTO DESMULTIPLICADOR-ACTUADOR (ACTUADOR ELÉCTRICO)**

El desmultiplicador eléctrico es un elemento electro-mecánico para el servicio de aislamiento todo/nada (funciones exclusivamente de apertura y cierre) y regulación de elementos que requieren un movimiento de rotación, ya sean válvulas de compuerta, de mariposa, de guillotina, compuertas murales, etc.

Pueden estar o acoplados directamente sobre el eje del elemento a operar/regular, o posicionados indirectamente en combinación con un reductor (ya sea cónico o de ¼ de vuelta) intercalado entre el actuador eléctrico y el eje de maniobra.

Consta de un motor trifásico asíncrono de tipo jaula de ardilla integrado en una carcasa metálica cuyos devanados alojan termostatos para evitar el sobrecalentamiento del motor; una unidad de mandos con dos sistemas independientes de medición (carrera o nº de vueltas y del par presente en el eje de salida) mediante mecanismos de cuenta-vueltas y levas, y que desconecta el motor en las posiciones finales (por final de carrera o por par) o en caso de sobrecarga mediante unos interruptores que señalizan al control que los puntos ajustados han sido alcanzados; una carcasa metálica rellena de grasa que alberga el sistema de engranajes del tipo reductor sinfín deslizante-eje de salida-corona, movidos sobre rodamientos que reducen la velocidad del motor a velocidad de salida del actuador; un acoplamiento a válvula o a reductor (ya sea cónico o de ¼ de

vuelta); un volante de maniobra manual de emergencia para poder maniobrar la válvula en caso de fallo de suministro eléctrico; y una conexión eléctrica entre el motor y la unidad de mandos de tipo conector múltiple.

El actuador eléctrico multivoltas está equipado con un sistema de control integrado en una carcasa separada del propio actuador eléctrico y montado directamente sobre el accionamiento de éste. El sistema procesa las señales del actuador directamente para el control y contiene todos los elementos de mando locales para operar sobre el mismo de forma inmediata y en modo local mediante pulsadores, selectores, dispositivos de maniobra del motor y lámparas indicadoras. La conexión eléctrica entre el control integrado y el actuador se realiza a través de un conector múltiple.

Las aplicaciones y usos del desmultiplicador eléctrico son las siguientes:

- Operaciones de apertura y cierre de forma motorizada del elemento que tenga asociado, directo o a través de un reductor de  $\frac{1}{4}$  de vuelta o de tipo cónico.
- Sustituye al volante y a la fuerza del operario en operaciones de maniobra de válvulas.

En la mayoría de los casos el servicio que realiza el actuador eléctrico para la valvulería asociada es todo-nada (válvula abierta o cerrada), que son las posiciones finales más frecuentes.

La desconexión en posiciones finales puede ser:

- Por final de carrera, cuando se alcanza una posición definida, mediante la medición del recorrido de la válvula.
- Por limitador de par, cuando se sobrepasa un valor de par determinado debido a la fuerza ejercida contra el asiento de la válvula.

Normalmente el limitador de par se utiliza para la desconexión de la posición final "cerrado" y la desconexión por final de carrera para la posición final "abierto".

Las señales de salida disponibles en el sistema de control son: posiciones finales alcanzadas, par de desconexión excedido, posición del selector y señal colectiva de fallo.

Los mandos locales del sistema de control permiten la operación del actuador simplemente con aportar tensión al mismo.

## 2.5 VÁLVULAS DE SOBREVELOCIDAD

Las roturas de tuberías suelen causar inundaciones, algunas de las cuales pueden originar pérdidas materiales, impedir el tránsito, anegar campos de cultivo, etc. También pueden causar pérdidas económicas al desperdiciarse cantidades de agua importantes en períodos de escasez.

Las válvulas anti-inundaciones deben de ser automáticas. Es decir, que funcionen por sí mismas, sin depender de ninguna fuente de energía exterior, tomando la energía del agua que pasa por la tubería.

Cuando hay una rotura importante, y de acuerdo con la conservación de la energía del teorema de Bernouilli parte de la energía se convierte en velocidad a costa de una reducción en la presión. Por lo tanto, cuando hay una rotura importante se producen simultáneamente ambos fenómenos:

- Aumento de la velocidad del agua
- Disminución de la presión dentro de la conducción

Las válvulas que actúan por sobrevelocidad del agua llevan una paleta dentro de la tubería que se desplaza al aumentar la velocidad del fluido. Este desplazamiento actúa sobre un mecanismo que deja libre un sistema hidráulico de contrapesos que hacen que se cierre la válvula. Para grandes diámetros, como el caso que aquí nos ocupa, se aconseja que posean dos ritmos de cierre:

- Un ritmo rápido de cierre al principio para cortar lo antes posible la mayor parte del caudal
- Uno lento final para evitar golpes de ariete en largas conducciones y para hacer más fácil la maniobra.

La válvula de sobrevelocidad hace que cuando el caudal supere un valor, se produzca un cierre controlado, para evitar el golpe de ariete. En situación normal, esta válvula se encontrará totalmente abierta.

Los accionamientos por contrapeso se emplean en puntos importantes de sistemas de tubería en los cuales las válvulas instaladas deben abrir o cerrar de manera segura y fiable, incluso en caso de deficiencia de la fuente de energía normalmente requerida para accionarlas.

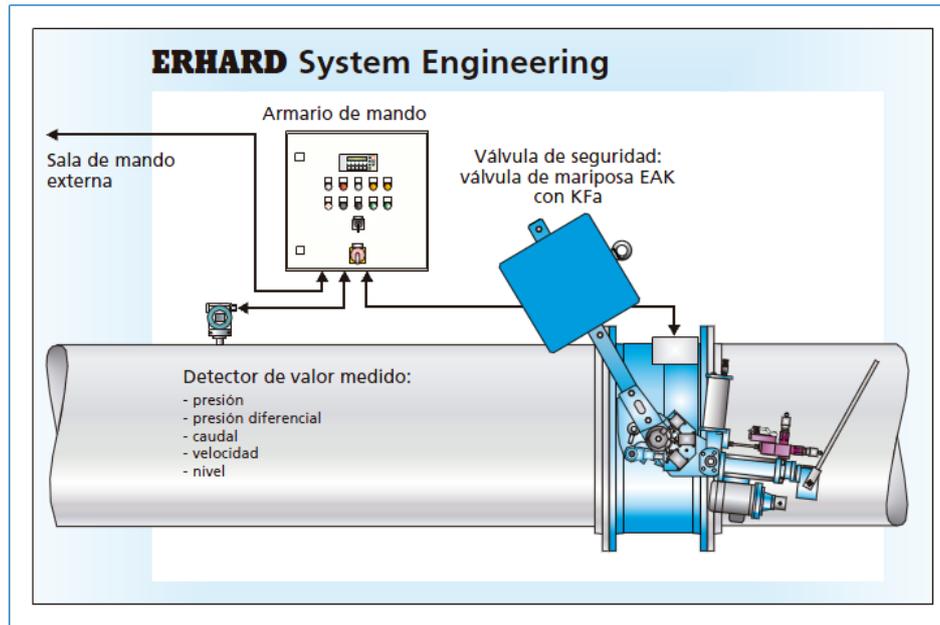


Imagen 4 . Esquema de válvula de sobrevelocidad.

Esta válvula deberá asegurar el cierre seguro en caso de rotura de una tubería. Los métodos de medición para detectar la rotura del tubo son el disparo al alcanzar un caudal máximo o el disparo al excederse un caudal diferencial admisible (requiere la monitorización continua de fugas). Los sistemas posibles de medición para disparo al alcanzar el caudal máximo sin energía externa son tubos de Prandtl, mecanismos a péndulo o tubos de Venturi.

Para válvulas de seguridad en caso de rotura de tubos debe de tomarse en cuenta que el tiempo de cierre seleccionado incluso en el caso de rotura de tubo no debe causar altos golpes de ariete en la tubería.

En este proyecto, dada la proximidad entre la estación de bombeo y la salida de agua a red de riego por el fondo de la balsa, se prescinde de la instalación de la misma. Dado que la válvula de mariposas de diámetro 1.600 mm instalada en la caseta de fondo es motorizada, y existirá comunicación con el SCADA de la estación de bombeo, se automatizará dicha válvula de tal modo que, ante un aumento de la velocidad del agua en la red, o un consumo anómalo de la estación de bombeo, provocará el cierre gradual de la misma.

## 2.6 COMPUERTAS DE REGULACIÓN

Es necesario la instalación de compuertas de regulación de la entrada de agua desde el canal a la balsa, así como en el pico de pato para facilitar el vaciado del canal en caso de ser necesario.

Las compuertas modelo Slipmeter o similar son compuertas con medidor de caudal, medidor de nivel, motorización, automatismo, alimentación solar, baterías y telecomunicaciones totalmente integrado en un único producto.

Las compuertas Slipmeter o similar pueden operar con las siguientes consignas:

- Posición: la compuerta se abre hasta la consigna programada y permanece en esa posición
- Caudal: mantiene una consigna de tasa de caudal, aunque los niveles hídricos aguas arriba y aguas abajo oscilen.

De forma remota se pueden programar las compuertas para mantener de forma automática la consigna elegida. Las compuertas se moverán de forma automática las veces necesarias para entregar un caudal exigido.

Las compuertas también pueden ser operadas en forma manual mediante el pedestal.

Las compuertas modelo Flumegate o similar son compuertas con control integrado que incorporan medición de caudal junto con un sistema motorizado para el manejo de la posición de la compuerta con exactitud además de un sistema de alimentación de baterías cargadas por energía solar y telecomunicaciones totalmente integrado en un único producto.

Las compuertas Flumegate o similar pueden operar con las siguientes consignas:

- Posición: la compuerta se abre hasta la consigna programada y permanece en esa posición
- Caudal: mantiene una consigna de tasa de caudal aunque los niveles hídricos aguas arriba u aguas abajo oscilen
- Nivel aguas arriba: mantiene una consigna de nivel de agua programada en el tramo de canal aguas arriba aunque el caudal oscile
- Nivel aguas abajo: mantiene una consigna de nivel de agua programada en el tramo de canal aguas abajo aunque el caudal oscile

De forma remota se pueden programar las compuertas para mantener de forma automática la consigna elegida. Las compuertas se moverán de forma automática las veces necesarias para entregar un caudal exigido.

Resulta necesario la construcción de una toma en el Canal de Velilla, en el punto de coordenadas UTM ETRS89 H30 X = 270.252 m e Y = 4.717.442 m.

Debe distinguirse, como obra complementaria para el correcto funcionamiento del sistema, la actuación en el propio canal, en el punto de coordenadas UTM ETRS89 H30 X = 270.258,40 m e Y = 4.717.437,10 m para instalación de la compuerta de regulación tipo Flumegate Modelo FGB-1370-

1587 o similar, que garantiza que aguas debajo de dicho punto sólo circule, como máximo, 500 l/s, tal y como recoge el condicionante expresado por la Confederación Hidrográfica en las reuniones mantenidas para abordar esta obra del canal.

El punto en el que se prevé la construcción de dicha toma se localiza en la margen derecha del citado canal, mediante un vertedero lateral y el correspondiente tramo de canal de sección rectangular, que finaliza en una arqueta de laminación para permitir la entrada de agua a la balsa. Dicho canal de derivación a balsa está equipado con dos compuertas de control automatizadas y que disponen de tecnología para medición de caudal (compuertas autorregulantes tipo Slipmeter SM-1050-2400 o similar). La arqueta de laminación, con longitud de vertido de 15 metros.

### 3 PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS

**Este proyecto incluye las piezas especiales y accesorios en la unidad de obra correspondiente a cada tubería.**

#### 3.1 CRITERIOS GENERALES

Se consideran piezas especiales a los componentes, diferentes de los tubos y válvulas, necesarios en la red (piezas de cambio de sección, derivaciones y curvas) y cuya finalidad, principalmente, es dar continuidad a las tuberías en todos aquellos puntos singulares que aparezcan en el sistema permitiendo realizar salidas laterales, finales de ramales, cambios de diámetro, cambios de dirección, cambios de material; es decir, básicamente térs y piezas pantalón, conos de reducción y codos, así como todas aquellas piezas necesarias para unir todos los elementos de la red entre sí, como son los manguitos de unión, las juntas y las conexiones a bridas o para facilitar el mantenimiento de la red, como es el caso de los carretes de desmontaje.

El conjunto de las piezas especiales se realizará en diversos materiales, según el tubo y el diámetro de cada caso. Así, los accesorios serán del mismo material que el tubo cuando si existe, pudiéndose también emplear piezas especiales realizadas en fundición dúctil o en calderería de acero.

Se instalarán codos de fabricación en serie cuando los ángulos sean de 45, 60 y 90 grados sexagesimales o bien se instalarán piezas especiales fabricadas con el ángulo requerido. Si la desviación exigida no coincide con ninguno de los ángulos en serie, se conseguirá la diferencia mediante la tolerancia de las juntas, formando una poligonal de amplio radio con el fin de evitar en

lo posible anclajes suplementarios, o bien, se instalarán piezas de fabricación especial con el ángulo requerido.

### 3.1.1 PIEZAS ESPECIALES TUBOS DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA

Cuando se instalen tubos de hormigón postensado con camisa de chapa y junta elástica los accesorios se fabricarán en calderería de acero y se unirá al tubo mediante soldadura a través de una pletina metálica. También se podrán realizar piezas sencillas en el mismo material (HPCC) mediante unión soldada.

Las piezas especiales en tubería de hormigón con camisa de chapa se pueden ejecutar de la siguiente manera, según recoge documentación técnica:

Para tubos de hormigón con camisa de chapa y junta elástica, las piezas se pueden fabricar en calderería o en tubo de hormigón armado con camisa de chapa. Estas piezas pueden fabricarse con la junta elástica o soldada dependiendo de la junta que tenga la conducción principal.

- Piezas con junta elástica: es imprescindible acabar las piezas con las boquillas de los tubos que proporciona el fabricante. Estas piezas llevarán un control geométrico en las bocas para cumplir con las tolerancias que marca el fabricante, con cruces de San Andrés o rigidizadores para evitar la ovalización. Recomendable para Tes de ventosas, desagües, etc. que no tienen empujes, aunque también se emplean para codos, reducciones, tes de derivación.
- Piezas con junta soldada: siempre que la tubería es de junta elástica, debido a que los tubos llevan los extremos metálicos (boquillas-cabezales) se puede hacer la unión soldada.

### 3.1.2 PIEZAS ESPECIALES TUBOS PVC-O

La tubería de PVC-O es compatible con una amplia gama de accesorios disponibles en el mercado.

Cuando se trate de tubos de PVC-O las piezas especiales se realizarán en calderería de acero o serán las piezas estandarizadas de fundición dúctil.

Los accesorios de fundición dúctil son los más ampliamente utilizados y recomendados, con sistema enchufe tipo campana (rápida y segura gracias al sistema embocadura-junta de estanqueidad similar al que tienen los tubos PVC-O), y en algún caso especial con sistema autoblocante (permiten la unión tubo-accesorio funcionando a tracción). También existen accesorios de fundición dúctil con sistema brida, que serán preferentemente piezas especiales con junta exprés,

con revestimiento exterior e interior empolvado de epoxi color azul de espesor medio 250  $\mu\text{m}$  de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 200  $\mu\text{m}$  según la norma UNE-EN 14901-1:2015+A1:2021, y en conformidad con las normas EN 545:2010 e ISO 2531:2009.

Las piezas de calderería cumplirán con lo especificado en el capítulo correspondiente del pliego de este proyecto para las piezas de calderería en cuando a dimensiones y timbraje, que deberán ser acordes con la tubería en la que se colocan.

### 3.1.3 PIEZAS ESPECIALES TUBOS FUNDICIÓN DÚCTIL

En los tubos de fundición dúctil se emplearán piezas del mismo material preferentemente (pieza especial con junta exprés, con revestimiento exterior e interior empolvado de epoxi color azul de espesor medio 250  $\mu\text{m}$  de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 200  $\mu\text{m}$  según la norma UNE-EN 14901-1:2015+A1:2021, y en conformidad con las normas EN 545:2010 e ISO 2531:2009 ), o en calderería de acero si no existiese la posibilidad de que sean piezas estándar.

Finalmente se utilizará la calderería de acero o la fundición dúctil (siendo, si es posible, preferible el empleo de piezas estándar de fundición dúctil) cuando se presente el caso de un cambio de material entre tubos.

## 3.2 PIEZAS ESPECIALES REALIZADAS EN CALDERERÍA DE ACERO

Son las piezas especiales que mayormente se emplean en las redes de riego gracias a su gran adaptación a todo tipo de tuberías, trazados y situaciones. Se comportan muy bien a la presión hidráulica interior ya que tiene un elevado módulo de elasticidad y una gran resistencia a la tracción, fabricada a medida para cada elemento.

Los tipos y grados de acero empleados para la fabricación de las piezas especiales son los designados según la norma UNE-EN-10027 “Sistema de designación de aceros” y las características mecánicas y la composición química que deberá exigirse al acero serán las especificadas conforme a la norma UNE-EN-10025 “Productos laminados en caliente de aceros, no aleados, para construcciones metálicas de uso general”, requiriéndose las siguientes calidades mínimas según la tipología de la pieza:

- Tubos: acero al carbono S-235-JR
- Bridas: acero al carbono S-235-JR y/o S-275-JR

Respecto a las dimensiones de las piezas, aunque en España existe una normativa específica sobre las dimensiones para el diseño y fabricación de accesorios comunes de acero en tuberías (UNE-

EN 10224), puede también seguirse las normas de la AWWA (American Water Works Association), la normativa C208-01 "Standard Dimensions for Fabricated Steel Water Pipe Fittings", donde se señala para diámetros nominales desde 6" hasta 144", medidas para tes, cruces, tes con reducción, tes laterales con reducción, reducciones concéntricas y excéntricas, codos y salidas tangenciales. En todo caso, esta norma es una guía dimensional y no establece espesor de paredes, capacidad de presión de trabajo, diseño de tipos de unión ni tolerancia en dimensiones de accesorios, pero al igual que en el caso anterior debemos considerar que los brazos de la pieza que vayan a ser hormigonados tendrán las dimensiones mínimas que permitan su correcto anclaje y dejando las juntas o bridas libres para su manipulación.

Respecto a los espesores a emplear en la calderería, éste será variable según el diámetro de la pieza (entre los 2,9 y 10 mm).

Tanto interior como exteriormente las piezas especiales deben estar protegidas contra la corrosión mediante un revestimiento, indistintamente del medio en el que se encuentren las piezas especiales. Para su protección cada pieza será tratada con un recubrimiento de resina epoxi-poliéster polimerizado en polvo en horno a 210º de temperatura. El espesor de esta capa será superior a 125 micras, previo granallado de superficies hasta rugosidad SA 2 ½ según Norma UNE 48302.

### 3.2.1 CHAPAS

Acero estructural al carbono-manganeso S-235-JR según la norma UNE-EN 10025-1-2:2006.

El espesor mínimo de las chapas para las piezas especiales será el especificado a continuación, en función del diámetro nominal de las mismas:

Tabla x. Espesor chapa f( $\phi$ )

$\phi$ (mm)		Espesor (mm)
2.000	1.600	12
1.500	1.000	10
900	700	8
600	350	6,4
300	175	4
150	125	3,6
100		3,2
80		2,9

65

50

2,3

### 3.2.2 TUBOS

Acero al carbono S-235-JR conforme a la norma UNE-EN 10025-1-2:2006 y UNE-EN 10255:2005+A1:2008 o tipo P235TR1 conforme a la norma UNE-EN 10217-1:2003/A1:2005. Las dimensiones y masas de los tubos cumplirán la norma UNE-EN 10220:2004.

El espesor de los tubos para las piezas especiales será como mínimo el indicado para las chapas.

### 3.2.3 BRIDAS

Acero al carbono S-235-JR conforme a la norma UNE-EN 10025-1-2:2006. Las dimensiones de las bridas cumplirán la norma UNE 1092-1-2:2008+A1:2015.

### 3.2.4 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD:

Dureza IHRD 60 conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 681-1:96/A1/A2/A3:2006.

El lubricante que se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no deberá ser agresivo, ni para el material del tubo ni para el anillo elastomérico. Las juntas con el lubricante cumplirán los ensayos de envejecimiento indicados en la norma UNE-EN 681-1.

### 3.2.5 REVESTIDO

Todas las piezas especiales, incluidas las garras de las reducciones y de los carretes de anclaje de las válvulas estarán revestidas, tanto interior como exteriormente, tal y como se indica a continuación:

- Granallado de la superficie hasta rugosidad SA 2 ½, conforme la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008
- Pintado:
  - Primera capa de pintura en polvo epoxi-poliéster, con espesor mínimo de 120 micras y una segunda capa de pintura en polvo color, con espesor mínimo de 80 micras, con espesor final medio no inferior a 200 micras
  - Revestido conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-5:2018 con la siguiente clasificación:
    - MA: Muy alta
    - C4: Alta

### 3.2.6 SOLDADURA

El proceso de soldadura se realizará por personal cualificado conforme a la norma UNE-EN ISO 9606-1:2014 o equivalente.

La calidad mínima exigida para las soldaduras será la indicada a continuación:

- Examen visual: calidad B, nivel de aceptación B, conforme a la norma UNE-EN ISO 5817:2014
- Líquidos penetrantes: calidad B, nivel de aceptación 2C conforme a las normas UNE-EN ISO 5817:2014 y UNE-EN ISO 23277:2015

Todas las chapas y tubos que formen cada una de las piezas especiales presentarán corte en inglete en toda su longitud, para que se puedan soldar correctamente.

Todas las soldaduras de las piezas especiales se realizarán en toda su longitud a penetración completa.

Las crucetas no dañarán el revestido interior de las piezas tras la retirada de las mismas en obra.

### 3.3 CARRETES DE DESMONTAJE

Los carretes de desmontaje son piezas especiales encargadas de facilitar el montaje y desmontaje de otros accesorios como son las válvulas, en labores de mantenimiento e instalación, actuando como elementos compensadores de las derivaciones dimensionales que tienen estos elementos, así como las tuberías en las que van instaladas, dando flexibilidad a las líneas en su sentido longitudinal.

Apretando o aflojando los tornillos de que están dotados, se permite variar su longitud por el desplazamiento de las bridas exteriores, dando al conjunto una mayor o menor longitud exterior, de manera que cuando se sustituye una válvula por otra de longitud diferente, el carrete permite acomodar la conducción a la nueva situación.

Siempre que la válvula de seccionamiento tenga un diámetro superior a 200 mm (8"), se dispondrá un carrete para facilitar el desmontaje de la misma.

Para las redes de tuberías los carretes estarán instalados aguas debajo de las válvulas de compuerta y de mariposa. El carrete interior irá al lado de la válvula y el carrete exterior irá al lado de la pieza especial acoplada a la tubería.

En la estación de bombeo, los carretes irán aguas arriba de las válvulas de mariposa, es decir, entre éstas y las válvulas de retención. El carrete exterior irá al lado de la válvula y el carrete interior a la pieza especial acoplada a la tubería.

Se dará preferencia en este proyecto al empleo de carretes de fundición.

## 4 HIDRANTES

Mediante los hidrantes, los diferentes usuarios de la red de riego disponen del agua en las adecuadas condiciones de caudal y presión proyectadas, de forma que se obtenga un adecuado servicio y no se perjudique el suministro a otros usuarios. Se pretende la apertura programada de los hidrantes por sistema de control remoto del hidrante, así como que sea lo suficientemente difícil la extracción de caudales de agua de los hidrantes sin que se tenga control sobre éste.

Por ello, el hidrante será capaz de adaptarse y satisfacer dotaciones distintas, dentro del rango de caudales para los que se proyecta, realizando en todo momento eficientemente su función de regulación.

Las características fundamentales del hidrante son:

- Apertura y cierre a distancia y programado del mismo desde el centro de control.
- Seguimiento y control de los consumos de agua a nivel de unidad de toma.
- Filtrado del agua para evitar la entrada de elementos gruesos que puedan dañar los elementos hidráulicos de regulación y control.
- Contiene los adecuados elementos hidráulicos para permitir la apertura y cierre manual del hidrante.
- Protección con arqueta de hormigón y tapa metálica.

A tal fin, se instalarán hidrantes que constarán de los siguientes elementos:

- Conexión a tubería enterrada mediante toma en acero con unión ranurada. Prolongación con tubo galvanizado y conexiones ranuradas hasta la arqueta del hidrante.
- Válvula de mariposa ranurada de apertura y cierre manual con reductor y volante para permitir su aislamiento. En caso de tener que desmontar algún elemento del hidrante, se actuará sobre ella y el hidrante se quedará descargado.
- Filtro cazapiedras desmontable con extracción vertical del cartucho filtrante y conexión por medio de uniones ranuradas.

- Contador tipo Woltmann horizontal de clase metrológica B con emisor de impulsos incluido y uniones ranuradas.
- Válvula hidráulica, con indicador de posición protegido y conexiones ranuradas. Esta válvula tendrá las funciones, a través de los pilotos de control respectivos, limitadora de caudal y reductora de presión.
- Válvula de compuerta con unión por bridas. Ésta es la que está a servicio de los usuarios de la red, donde el regante conectará su instalación de riego.
- Arqueta de hormigón prefabricada de cobertura y protección del hidrante, con tapa metálica de hojas abatible, según especificaciones de planos sobre el terreno nivelado y compactado.

Finalmente, cabe recordar que las especificaciones técnicas de todos estos elementos a instalar quedan establecidas en sus correspondientes apartados del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## 5 OBRAS DE FÁBRICA

### 5.1 ARQUETA DE HIDRANTE

Las arquetas de hidrante que se van a emplear son arquetas troncopiramidales prefabricadas de hormigón armado, dotadas de tapa metálica de cuatro hojas.

Las piezas están elaboradas con hormigón armado prefabricado HA-25. Se colocarán sobre grava compactada y losa de hormigón HA-25 de 3,0 x 2,0 x 0,25 y malla electrosoldada 15x15x8 mm que servirá de solera a la misma, según figura en los planos de este proyecto.

Las arquetas llevan tapas metálicas galvanizadas con bastidor zincado y abisagradas con pernos de acero inoxidable. En el interior de la misma, se dispondrá un machón fabricado en acero galvanizado para sujetar el conjunto de elementos que aloja.

### 5.2 ARQUETA DE VENTOSAS

Las arquetas para ventosas son arquetas troncopiramidales cuadradas prefabricadas de hormigón cuya función es el registro, únicamente, de la ventosa que se situará a la cota del terreno natural. Irán dotadas de tapa metálica de una hoja.

Las piezas están elaboradas con hormigón armado prefabricado HA-25. Se colocarán sobre grava compactada y losa de hormigón HA-25 de 3,0 x 2,0 x 0,25 y malla electrosoldada 15x15x8 mm que servirá de solera a la misma, según figura en los planos de este proyecto.

Las arquetas llevan tapas metálicas galvanizadas con bastidor zincado y abisagradas con pernos de acero inoxidable.

### 5.3 ARQUETAS DE VÁLVULAS DE CORTE

Las arquetas de corte serán arquetas prefabricadas de hormigón armado, acorde a lo recogido en los planos y expuesto en el apartado 2 de este anejo. La arqueta tiene unas dimensiones diferentes, en función de si la válvula es mayor o menor de diámetro 800 mm.

### 5.4 ARQUETAS DE VÁLVULAS DE DESAGÜE

Las arquetas para válvulas de desagüe son de dos tipos, en función de si vierten directamente a cauce natural o artificial, o si son de desagüe en régimen laminar sobre el terreno. En ambos casos serán arquetas de hormigón prefabricadas.

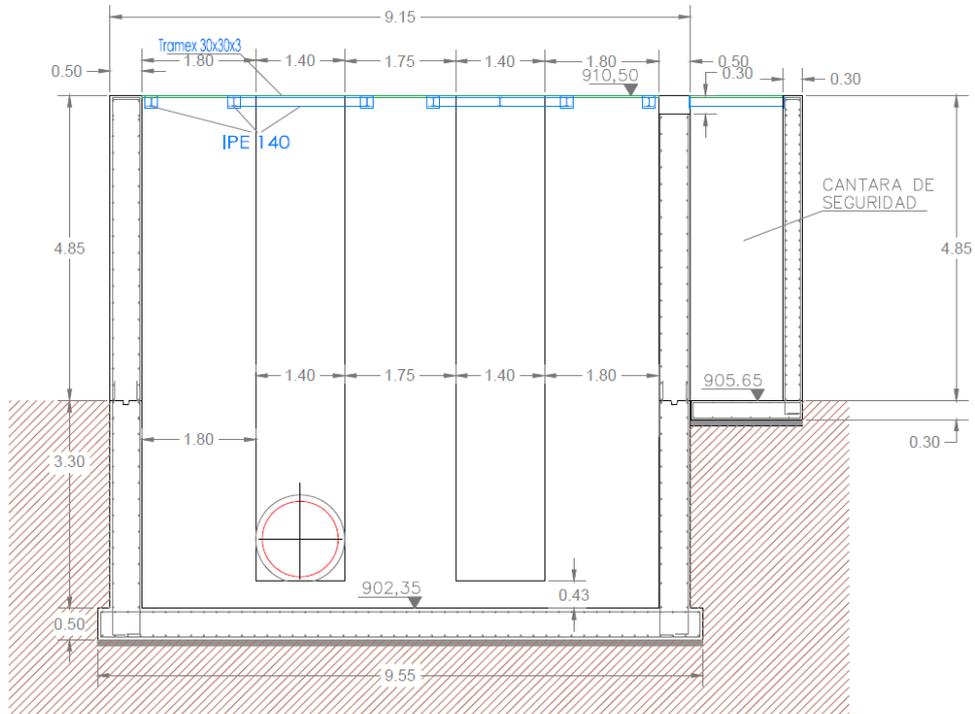
La arqueta de válvulas de desagüe a cauce natural está formada por una base de pozo prefabricado de hormigón armado de diámetro 800 mm y profundidad variable, en función de la cota de la tubería, apoyado sobre una solera de hormigón HM-15 de 15 cm de espesor. El pozo se rematará en superficie con una losa de hormigón HM-15 sobre la que se apoyará la tapa. La tapa de la arqueta será una chapa de acero galvanizado de 5 mm de espesor y 60 cm de diámetro. Junto a la arqueta se colocará una escollera de 1x3 m que será la superficie sobre la que desagüe la tubería, evitando la erosión del terreno.

La arqueta de válvulas de desagüe en régimen laminar está formada por dos bases de pozo prefabricadas de hormigón armado contiguas de diámetro 800 mm y de profundidad variable, en función de la cota de la tubería, apoyado sobre una solera de hormigón HM-15 de 15 cm de espesor. Los pozos se rematarán en superficie con una losa de hormigón HM-15 sobre la que se apoyará la tapa. Las tapas de las arquetas serán de chapa de acero galvanizado de 5 mm de espesor y 60 cm de diámetro. Los pozos estarán impermeabilizados de forma independiente mediante lámina de polietileno.

## 5.5 OBRAS DE FÁBRICA EN INTERSECCIONES CON CAMINOS Y CAUCES

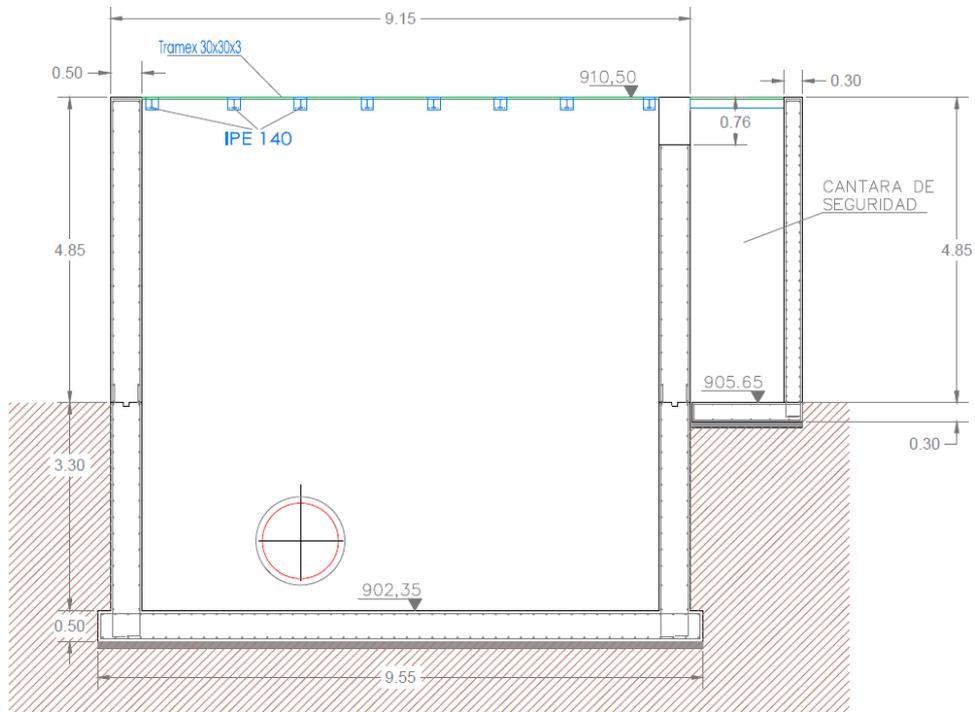
En los casos en que la tubería pase bajo un camino sin asfaltar (existente o proyectado) se realizará una losa de hormigón de 15 cm de espesor y 2 m de ancho para tuberías de diámetro inferior a 500 mm y de 2,5 m para tuberías mayores de 500 mm, con el fin de protegerla de sobrecargas de tráfico excesivas. La longitud de la losa será la longitud del cruce de la plataforma para los caminos viejos y la longitud del cruce del ancho del camino incluyendo cunetas para los caminos nuevos. La losa irá armada con una malla electrosoldada B500T #15  $\varnothing$ 8 mm. La losa se situará 0,50 m sobre la generatriz superior de la tubería, y se rellenará y compactará con material procedente de la excavación, reponiendo 0,20 m de base granular.





SECCIÓN B-B'  
E 1/100

Imagen 5b . Arqueta de filtrado proyectada.



SECCIÓN C-C'  
E 1/100

Imagen 5c . Arqueta de filtrado proyectada.

La unidad de filtración estará situada dentro de una arqueta, al inicio de la tubería de abastecimiento de la estación de bombeo, y ubicada en las parcelas donde se localizan la balsa y la estación de bombeo, tal y como recoge la documentación gráfica del proyecto.

El planteamiento general del sistema de filtrado se ha basado en un diseño que permita alojar una gran superficie de filtrado en un espacio reducido, garantizando una gran capacidad de filtración y disminuyendo los ciclos de limpieza. Además, el sistema de filtración se ha dimensionado para que sea capaz de tratar el consumo punta demandado en la zona regable del Canal de Velilla.

De este modo, al inicio de la tubería de abastecimiento de la estación de bombeo, a la salida la caseta de válvulas de la toma de fondo y desagüe de la balsa, se instalarán dos filtros de cadena, con un caudal nominal de 1.570 l/s. La cota mínima de agua para cumplir con el caudal es de 905,40 m, mientras que la cota del forjado superior de apoyo es de 905,65 m.

Los paneles filtrantes modulares están formados por unos marcos donde va sujeta la malla filtrante de acero inoxidable, con un paso útil dependiendo de las exigencias de filtrado, siendo de muy fácil sustitución en caso de deterioro.

Las ruedas principales están construidas en chapa de acero, en donde engranan el sistema de rodillos de las cadenas de arrastre construidas con acero galvanizado.

La limpieza de la malla filtrante se efectúa por agua a presión, mediante una serie de aspersores colocados a lo largo de una tubería situada en el interior del filtro, que incide el agua desde dentro hacia fuera.

La tolva de recogida, construida en chapa de acero, recibe los residuos dependiendo de la malla utilizada, por acción del agua a presión.

Dispone, opcionalmente, de un sistema de funcionamiento automático por pérdida de carga a caudal variable y maniobra temporizada para evitar posibles enclavamientos por la falta de un funcionamiento periódico.

La forma en que opera este filtro de cadena, es la siguiente:

El agua atraviesa la malla rotativa, quedando retenidas las partículas superiores al paso de la misma. Cuando está sucia, comienza el proceso de limpieza, que se realiza por sectores, reuniéndose los desechos en el colector para ser expulsados al exterior.

El ciclo de limpieza comienza al detectarse la presión diferencial prefijada entre las cámaras del filtro. En ese momento, comienza a girar la corona hasta posicionar un sector justamente en la cámara de limpieza. Acto seguido se procede a la apertura de la válvula de limpieza y a la puesta en marcha de la bomba para la inyección de agua a través de unos aspersores desde la cara de "aguas limpias" de la malla. Con estos aspersores lo que se consigue es una limpieza total de la malla. La

---

válvula de limpieza permanece abierta el tiempo establecido para la limpieza y se procede a su cierre. La corona se desplaza hasta el siguiente sector y comienza el ciclo de nuevo de abrir y cerrar la válvula de limpieza y la bomba de inyección de agua.

La pérdida de carga para el caudal nominal es de 0,3 m.c.a.

Además, se ha previsto de suministro eléctrico para la potencia de accionamiento de del grupo motriz, así como el desagüe que es necesario realizar para evacuar el agua de lavado.

Se considera todo el filtro, además de los elementos filtrantes, en acero inoxidable.

---

## 7 APÉNDICE LISTADO ELEMENTOS SINGULARES

PIEZAS ESPECIALES: TES CALDERERÍA

Denominación del Ramal	DIÁMETRO	PK (m)	ØENTRADA (mm)	ØS1 (mm)	ØS2 (mm)	ØS3 (mm)
T-0	1100	33	1100	900	800	
T-1	800	256,87	800	700	160	
T-1	700	671,24	700	700	160	
T-1	700	1163,14	700	700	250	
T-1	700	1385,49	700	700	200	
T-1	700	1561,96	700	700	160	
T-1	700	1728,44	700	700	160	
T-1	700	1728,44	700	500	160	
T-1	500	2394,46	500	315	400	315
T-1	400	2761,13	400	315	250	315
T-1	315	2871,61	315	315	160	
T-1	315	2871,61	315	315	160	
T-1	315	3114,29	315	315	160	
T-1	315	3114,29	315	315	160	
T-1	315	3292,59	315	315	160	
T-1	315	3356,8	315	315	160	
T-1	315	3493,31	315	315	160	
T-1	315	3879,75	315	250	160	
T-1	250	4166,23	250	250	160	
T-1	250	4387,57	250	200	160	
T-1	200	4632,31	200	160	160	
T-1-1	250	100	250	200	160	
T-1-1	200	310,1	200	160	160	
T-1-11	250	176,17	250	200	160	
T-1-11	200	769,31	200	160	160	
T-1-2	315	46,77	315	315	160	
T-1-2	315	46,77	315	315	160	
T-1-2	315	286,46	315	315	160	
T-1-2	315	286,46	315	315	160	
T-1-2	315	520	315	315	160	
T-1-2	315	742,11	315	315	160	
T-1-2	315	1194,66	315	315	160	
T-1-2	315	1194,66	315	250	160	
T-1-2	250	1408,62	250	200	160	
T-1-2	200	1488,69	200	160	160	
T-1-3	200	100,65	200	160	160	
T-1-7	315	147,38	315	315	160	
T-1-7	315	147,38	315	315	160	
T-1-7	315	373,35	315	250	160	
T-1-7	250	414,26	250	250	160	
T-1-7	250	595,8	250	200	160	
T-1-7	200	952,22	200	160	160	
T-1-9	315	129,93	315	315	160	
T-1-9	315	229,36	315	315	160	
T-1-9	315	332,64	315	315	160	

PIEZAS ESPECIALES: TES CALDERERÍA

Denominación del Ramal	DIÁMETRO	PK (m)	ØENTRADA (mm)	ØS1 (mm)	ØS2 (mm)	ØS3 (mm)
T-1-9	315	535,8	315	250	160	
T-1-9	250	616,7	250	250	160	
T-1-9	250	760,18	250	200	160	
T-1-9	200	899,14	200	160	160	
T-2	1000	32,24	1000	1000	315	
T-2	1000	56,3	1000	800	200	
T-2	800	205,05	800	800	160	
T-2	800	205,05	800	700	160	
T-2	700	351,32	700	700	315	
T-2	700	537,1	700	700	200	
T-2	700	651,89	700	700	400	
T-2	700	826,49	700	700	200	
T-2	700	1033,31	700	700	160	
T-2	700	1082,07	700	700	160	
T-2	700	1318,41	700	700	160	
T-2	700	1361,45	700	700	160	
T-2	700	1502,93	700	700	500	
T-2	700	2127,62	700	400	500	400
T-2	400	2255,77	400	400	160	
T-2	400	2255,77	400	315	160	
T-2	315	2538,32	315	315	160	
T-2	315	2538,32	315	315	160	
T-2	315	2856,23	315	315	160	
T-2	315	2856,23	315	250	160	
T-2	250	3161,23	250	250	160	
T-2	250	3161,23	250	160	160	
T-2-10	500	679,96	500	400	315	315
T-2-10	315	1005,24	315	315	160	
T-2-10	315	1311,03	315	315	160	
T-2-10	315	1311,03	315	200	160	
T-2-10	200	1667,01	200	160	160	
T-2-10	200	1667,01	200	200	160	
T-2-10-1	315	160	315	315	160	
T-2-10-1	315	160	315	315	160	
T-2-10-1	315	490,3	315	315	160	
T-2-10-1	315	490,3	315	200	160	
T-2-10-1	200	742,91	200	160	160	
T-2-10-2	400	206,17	400	315	160	
T-2-10-2	400	206,17	400	400	160	
T-2-10-2	315	390,39	315	315	160	
T-2-10-2	315	594,01	315	250	160	
T-2-10-2	315	594,01	315	315	160	
T-2-10-2	250	929,08	250	200	160	
T-2-2	315	186,63	315	315	160	
T-2-2	315	405,25	315	315	160	

PIEZAS ESPECIALES: TES CALDERERÍA

Denominación del Ramal	DIÁMETRO	PK (m)	ØENTRADA (mm)	ØS1 (mm)	ØS2 (mm)	ØS3 (mm)
T-2-2	315	463,06	315	315	160	
T-2-2	315	613,15	315	315	160	
T-2-2	315	863,63	315	315	160	
T-2-2	315	863,63	315	315	160	
T-2-2	315	1083,75	315	315	160	
T-2-2	315	1167,75	315	315	315	
T-2-2	315	1368,57	315	315	160	
T-2-2-2	315	178,05	315	250	160	
T-2-2-2	250	191,55	250	250	160	
T-2-2-2	250	380	250	160	160	
T-2-2-2	250	380	250	250	160	
T-2-3	315	161,78	315	315	160	
T-2-3	315	161,78	315	200	160	
T-2-3	200	450,49	200	160	160	
T-2-4	200	158,63	200	160	160	
T-2-5	315	137,5	315	315	160	
T-2-5	315	406,84	315	315	160	
T-2-5	315	1040	315	315	160	
T-2-5	315	1375,34	315	315	160	
T-2-5	315	1674,93	315	250	160	
T-2-5	250	1990	250	250	160	
T-2-5	250	2063,56	250	250	160	
T-2-5	250	2063,56	250	160	160	
T-2-6	200	93,97	200	160	160	
T-2-7	500	101,52	500	500	160	
T-2-7	500	101,52	500	500	160	
T-2-7	500	351,9	500	500	160	
T-2-7	500	351,9	500	500	160	
T-2-7	500	642,99	500	500	160	
T-2-7	500	642,99	500	400	160	
T-2-7	400	876,42	400	400	160	
T-2-7	400	1100	400	400	160	
T-2-7	400	1100	400	400	160	
T-2-7	400	1246,44	400	400	160	
T-2-7	400	2524,01	400	400	160	
T-2-7	400	2560	400	400	160	
T-2-7	400	2660,15	400	400	160	
T-2-7	400	2744,17	400	400	250	
T-2-7	400	2820	400	315	250	
T-2-7	315	3120	315	315	160	
T-2-7	315	3220,99	315	315	315	
T-2-7	315	3540,8	315	250	200	
T-2-7	250	3659,41	250	250	160	
T-2-7-2	250	127,69	250	250	160	
T-2-7-2	250	236,02	250	160	160	

PIEZAS ESPECIALES: TES CALDERERÍA

Denominación del Ramal	DIÁMETRO	PK (m)	ØENTRADA (mm)	ØS1 (mm)	ØS2 (mm)	ØS3 (mm)
T-2-7-4	315	133,84	315	315	160	
T-2-7-4	315	133,84	315	250	160	
T-2-7-4	250	406,93	250	200	160	
T-2-8	400	146,05	400	315	160	
T-2-8	400	146,05	400	400	160	
T-2-8	315	393,54	315	315	160	
T-2-8	315	393,54	315	315	160	
T-2-8	315	670,15	315	315	160	
T-2-8	315	670,15	315	315	160	
T-2-8	315	888,7	315	250	160	
T-2-8	250	1012,38	250	160	200	

PIEZAS ESPECIALES: CODOS CALDERERÍA

Nombre del elemento	Ramal de la red	Diámetro	PK	Ángulo
CODO	T-1	800	126,35	11,25
CODO	T-1	700	279,33	22,5
CODO	T-1	700	477,06	59
CODO	T-1	700	544,44	11,25
CODO	T-1	700	618,18	11,25
CODO	T-1	700	1020,36	11,25
CODO	T-1	700	1244,7	45
CODO	T-1	700	1316,24	11,25
CODO	T-1	700	1396,54	30
CODO	T-1	700	1571,79	29
CODO	T-1	500	1862,24	45
CODO	T-1	500	1891,16	11,25
CODO	T-1	500	1954,31	22,5
CODO	T-1	500	2128,29	35
CODO	T-1	500	2149,74	90
CODO	T-1	500	2169,16	45
CODO	T-1	500	2220	11,25
CODO	T-1	500	2236,37	11,25
CODO	T-1	315	3630,04	90
CODO	T-1	315	3764,8	90
CODO	T-1-1	160	549,34	90
CODO	T-1-11	160	1062,88	90
CODO	T-1-11-1	160	212,23	90
CODO	T-1-2	315	710,01	11,25
CODO	T-1-2	315	851,72	11,25
CODO	T-1-2	315	906,27	90
CODO	T-1-2	315	1038,38	90
CODO	T-1-2	250	1324,07	22,5
CODO	T-1-2	160	1902,82	90
CODO	T-1-3	160	287,58	90
CODO	T-1-5	160	74,34	90
CODO	T-1-7	200	739,18	90
CODO	T-1-7	200	816,92	90
CODO	T-1-9	250	751,29	90
CODO	T-1-9	160	1064,89	90
CODO	T-1-9	160	1234,81	22,5
CODO	T-2	1000	18,62	62
CODO	T-2	700	293,78	7
CODO	T-2	700	556,52	78
CODO	T-2	700	796,52	11,25
CODO	T-2	700	923	51
CODO	T-2	160	3262,28	11,25
CODO	T-2	160	3348,91	45
CODO	T-2-1	200	128,91	22,5
CODO	T-2-1	200	175,67	90

PIEZAS ESPECIALES: CODOS CALDERERÍA

Nombre del elemento	Ramal de la red	Diámetro	PK	Ángulo
CODO	T-2-10	315	1108,21	74
CODO	T-2-10	200	1533,58	22,5
CODO	T-2-10	160	1767,76	74
CODO	T-2-10	160	1793,08	71
CODO	T-2-10	160	1806,46	90
CODO	T-2-10	160	2002,38	90
CODO	T-2-2	630	544,47	17
CODO	T-2-2	315	1578,77	45
CODO	T-2-2	315	1720	90
CODO	T-2-3	200	248,02	11,25
CODO	T-2-4	160	476,95	90
CODO	T-2-5	315	570,89	90
CODO	T-2-5	315	821,49	68
CODO	T-2-5	250	1997,01	76
CODO	T-2-6	160	379,45	90
CODO	T-2-7	400	961,73	22,5
CODO	T-2-7	400	1333,42	76
CODO	T-2-7	400	1352,02	22,5
CODO	T-2-7	400	1375,46	75
CODO	T-2-7	400	1570,4	69
CODO	T-2-7	400	1709,85	90
CODO	T-2-7	400	1893,73	90
CODO	T-2-7	400	1950,42	22,5
CODO	T-2-7	400	2216,92	11,25
CODO	T-2-7	400	2385,07	11,25
CODO	T-2-7	400	2431,67	45
CODO	T-2-7	400	2450,49	45
CODO	T-2-7	400	2606,16	11,25
CODO	T-2-7	400	2618,31	11,25
CODO	T-2-7	400	2696,07	11,25
CODO	T-2-7	250	3862,38	90
CODO	T-2-7	250	3878,74	90
CODO	T-2-7	250	3893,23	80
CODO	T-2-7	250	3918,72	11,25
CODO	T-2-7	250	3940	11,25
CODO	T-2-7	250	3964,77	11,25
CODO	T-2-7	250	3984,41	11,25
CODO	T-2-7	250	4017,03	90
CODO	T-2-8	160	1038,01	90
CODO	T-2-9	160	162,69	90
CODO	T-2-9	160	173,19	90
CODO	T-2-9	160	327,88	90